Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 38, No. 1, Spring 2024, p. 11-22

Investigation on the Efficacy of Trifloxystrobin+Fluopyram (Luna Sensation® 500SC) Fungicide in Apple Scab Control Caused by *Venturia inaequalis*

H. Khabbaz Jolfaee[1], H. Azimi[1], H. Rabbani Nasab[2*], K. Keshavarz[3]

1- Assistant Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2- Associate Professor of Plant Protection Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Golestan, AREEO, Gorgan, Iran
(*- Corresponding Author Email: h.rabbani@areeo.ac.ir)
3- Assistant Professor of Plant Protection Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kokyluye and Boyer Ahmad, Kokyluye and Boyer Ahmad, Iran

Received:	18-07-2023	**How to cite this article:**
Revised:	16-03-2024	Khabbaz Jolfaee, H., Azimi, H., Rabbani nasab, H., & Keshavarz, K. (2024). Investigation on the efficacy of Trifloxystrobin+fluopyram (Luna Sensation® 500SC) fungicide in apple scab control caused by *Venturia inaequalis*. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, *38*(1), 11-22. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.2024.79796.1156
Accepted:	02-04-2024	
Available Online:	09-06-2024	

Introduction

Scab disease of apple caused by *Venturia inaequalis* is one of the most important diseases of apple in the world and Iran. Especially in areas with wet and cold weather its damage reach more than 70%. Apple scab results in symptoms on most upper plant parts, notably leaves and fruit. Petioles, flowers, sepals, pedicels, young shoots, and bud scales can also become infected. Apple scab infections are initiated in early spring on emerging and young leaves. The Mills table relates leaf wetness duration and temperature to determine the likelihood that conidial infection will occur. For example, at an average temperature of 18°C (65°F), light infection will result if leaves remain wet for 9 h. Lesions can produce conidia after 9 days if the temperature averages 18°C (65°F), but not until 17 days if the temperatures are lower, averaging only 8°C (49°F).

Materials and Methods

The experiment was conducted in apple orchards located in Yasuj, Bojnourd and Karaj which had a history of apple scab. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with 8 treatments and 4 replications. The control treatments included plots without any spraying and plots sprayed with water. The remaining treatments involved the application of specific treatments at three different stages. The first spraying was done at swelling of leaf buds time, the second spraying after fall leaves, and the third spraying 14 days after the second spray. 30 days after observing the first symptoms of the disease in the controls, samples were taken from the leaves and fruits to evaluate the percentage of the disease density and severity of the disease. The data obtained for disease incidence and severity were analyzed using statistical software, such as SAS, and the means of these traits were compared using Duncan's multiple range test at a significance level of one percent. This test helps determine significant differences between the treatment means.

https://doi.org/10.22067/jpp.2024.79796.1156

Results and Discution

The analysis of variance conducted on the data obtained from the evaluation of treated trees revealed a statistically significant effect of the treatments on reducing the percentage of disease severity and disease incidence. Result showed that, there are significant differences between treatments and controls in all three provinces (*P* = 5%). Mean comparisons of the treatments showed that, all fungicides caused a significant decrease in the severity and incidence of disease infection percent compared to controls. The results of three provinces showed that new fungicide Luna Sensation 500® SC 0.4 and 0.6 ml L^{-1} and Flint® 50% WG 0.2 ml L^{-1} during three times spraying is very effective on controlling of apple scab. In Kohghiloyeh and Boyerahmad, 0.4 and 0.6 ml L^{-1} of Luna Sensation had the best efficiency compared to other treatments. The severity of disease was lower than control about 96 percent in leaves and 98 percent in fruits. Also, incidence of disease in fruit and leaf of these treatments were lower than the other treatments. In North Khorasan province Flint 0.2 ml L^{-1} and Luna Sensation 0.4 compared to other treatments was more effective in controlling the disease severity and approximately 75 percent compared to controls reduced disease severity on fruits. Also on leaves Luna Sensation 0.4 were effective approximately 80 percent. In terms of disease control on fruit, there were no significant differences between all fungicide treatments except benomyl. Disease incidence on the leaves treated with all three concentrations of Luna Sensation and 0.2 ml L^{-1} Flint was lower than other treatments. In Alborze province, Luna Sensation 0.4 and 0.6 ml L^{-1} and Flint 0.2 ml L^{-1} had the best efficacy and nearly 100 percent decrease severity and incidence of disease in leaves in compared with controls. The results of three provinces showed that new fungicide Luna Sensation 500® SC 0.4 and 0.6 ml L^{-1} and Flint® 50% WG 0.2 ml L^{-1} during three times spraying is very effective on controlling of apple scab. Also, the results showed that Luna Sensation fungicide can control apple scab disease on Golden Delicious and Red Delicious and The type of cultivar has no effect on the efficacy of the fungicide. Results show that Luna Sensation 500® SC 0.4 is an effective fungicide to control apple scab and can be used in apple orchards as a part of integrated pest management program. The management of apple scab disease in the world usually requires multiple sprayings, from the greening stage of the branches to harvest. Since *V. inaequalis* has a high risk of developing resistance to fungicides, the alternating use of effective fungicides from different groups and with different mechanisms of action or the use of fungicides with multiple mechanisms of action in disease management programs are necessary to prevent resistance. The new fungicide Lunasenish® SC 500, which is composed of 21.4% trifloxystrobin, 21.4% flupiram and 57.2% related substances, is a systemic fungicide with a wide range of effects.

Keywords: Chemical control, Disease, Pesticide, Pome fruits, Resistance

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸ شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، ص. ۲۲-۱۱

بررسی کارآیی قارچ‌کش تری فلوکسی استروبین + فلوپیرام (لونا سنسیشن ® 500SC) در کنترل بیماری لکه سیاه سیب با عامل *Venturia inaequalis*

حسین خباز جلفایی[۱]- حسین عظیمی[۱]- حجت اله ربانی نسب[۲*]- کاووس کشاورز[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۱۴

چکیده

بیماری لکه سیاه با عامل *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter، یکی از مهمترین بیماری‌های سیب در دنیا می‌باشد که به‌ویژه در مناطق دارای آب و هوای مرطوب و سرد خسارت آن به بیش از ۷۰ درصد نیز می‌رسد. در بررسی حاضر کارایی قارچ‌کش تری فلوکسی استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن® 500SC) در مقایسه با قارچ‌کش‌های تری فلوکسی استروبین (فلینت®۵۰٪ WG)، بنومیل (بنلیت® ۵۰٪ WP) و کاپتان (کاپتان® ۵۰٪ WP) برای کنترل لکه سیاه سیب مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در استان‌های البرز، خراسان شمالی و کهگیلویه و بویر احمد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و هر تیمار در ۴ تکرار اجرا شد. تیمارها شامل فلینت® WG 50% با دوز ۰/۲ در هزار، بنلیت® WG 50% با دوز ۰/۵ در هزار، لوناسنسیشن SC 500 با دوز ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ در هزار، کاپتان® WG 50% با دوز ۳ در هزار بودند. حدود۳۰ روز پس از مشاهده اولین علائم بیماری در تیمارهای شاهد، درصد وقوع بیماری و شدت بیماری در برنامه آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که همه تیمارهای قارچ‌کش با شاهد در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که همه‌ی قارچ‌کش‌ها نسبت به شاهد قادر بودند کاهش معنی‌داری را از نظر درصد وقوع و شدت آلودگی ایجاد نمایند. نتایج حاصل از سه استان نشان داد که قارچ‌کش جدید لوناسنسیشن®500 SC با دوز ۰/۴ و ۰/۶ در هزار و فلینت® WG 50% با دوز ۰/۲ در هزار طی سه نوبت سم‌پاشی از کارایی بالایی در کنترل بیماری لکه سیاه سیب برخوردار هستند.

واژه‌های کلیدی: اسکب، بیماری، دانه‌دارها، کنترل شیمیایی، مقاومت

مقدمه

در سال ۱۴۰۰ بیشترین میزان تولید از بین محصولات باغبانی مربوط به سیب با تولید حدود ۴ میلیون تن و سهم ۱۸ درصد از کل میزان تولید محصولات باغبانی بوده که استان‌های آذربایجان غربی با سهم ۲۵/۸ درصدی، آذربایجان شرقی با سهم ۱۹ درصدی، فارس با سهم ۱۰/۶ درصدی، تهران با سهم ۷/۱ درصدی و اصفهان با سهم ۶/۱ درصدی در رتبه‌های اول تا پنجم تولیدکنندگان سیب کشور قرار داشته‌اند. این پنج استان جمعاً در حدود ۶۸/۶ درصد از کل تولید سیب کشور در این سال را تأمین نموده‌اند (Anonymus, 2022). بیماری لکه سیاه، یکی از مهمترین بیماری‌های سیب در دنیا است (Villani *et al.*, 2015). خسارت این بیماری بخصوص در مناطق دارای آب و هوای مرطوب و سرد تا بیش از ۷۰ درصد نیز می‌رسد (Jamar *et al.*, 2007). بیماری لکه سیاه سیب در دنیا اولین بار از سوئد توسط

۱- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: h.rabbani@areeo.ac.ir)
۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهکیلویه و بویر احمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کهکیلویه و بویراحمد، ایران
https://doi.org/10.22067/jpp.2024.79796.1156

فریز[1] در سال ۱۸۱۹ و در ایران در سال ۱۳۲۵ توسط اسفندیاری گزارش شده است (Behdad, 1990). قارچ عامل این بیماری *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter می‌باشد که به‌دنبال آلودگی میوه، گل و ساقه باعث ریزش برگ‌ها، کاهش رشد گیاه و در نتیجه کاهش محصول می‌شود. درختان مبتلا به لکه سیاه سیب نسبت به سرما و خسارت ناشی از آن حساسیت بیشتری دارند (Biggs, 1990). میوه و تمام بافت‌های سبز گیاه به این بیماری حساس هستند و در تمام فصل رشد، از آلودگی نوک سبزی جوانه‌ها تا ریزش برگ‌ها، رخ می‌دهد (Alaniz, 2014). به‌دلیل بروز لکه‌های چوب پنبه‌ای قهوه‌ای رنگ روی محصول، کیفیت و بازارپسندی آن نیز به شدت کاهش می‌یابد. گستردگی و خسارت بالای این بیماری مدیریت شیمیایی آن را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. قارچ بیمارگر به شکل پریتسیوم‌های دروغین اولیه در برگ‌ها و میوه‌های آلودهٔ افتاده در پای درخت، زمستان‌گذرانی می‌کند. در بعضی از مناطق و نیز برخی از ارقام، عامل بیماری می‌تواند به‌صورت میسلیوم داخل جوانه‌ها و یا شاخه‌های جوان نیز زمستان‌گذرانی کند (Percival & Haynes, 2009). با مرطوب شدن برگ‌های ریخته شده در پای درخت، آسک های رسیده با جذب رطوبت متورم شده و آسکوسپورهای درون خود را با فشار به خارج می‌فرستند. آسکوسپورها توسط باد روی اندام‌های تازه روییده منتقل شده و آلودگی اولیه را ایجاد می‌کنند. نقطهٔ اوج خروج آسکوسپورها به‌طور معمول مصادف با مرحلهٔ تورم جوانه‌های گل تا مرحلهٔ کامل گلدهی است. قارچ بعد از نفوذ در کوتیکول منشعب شده و درنتیجه بعد از ۹ تا ۱۷ روز از زمان آلودگی، روی برگ ها لکه ایجاد می‌شود. لکه‌های تشکیل شده روی برگ و میوه مهم ترین علائم این بیماری می‌باشند. بر این اساس لازم است درختان از زمان شکفتن جوانه تا تخلیه کامل آسکوسپورهای پریتسیوم‌های دروغین، بعد از بارش باران، با قارچ‌کش‌های مؤثر به خوبی سم‌پاشی شوند. اگر این سم‌پاشی‌ها دقیق انجام شود به احتمال زیاد، دیگر آلودگی‌های ثانویه که از کنیدیوم‌ها منشاء می‌گیرند، روی نمی‌دهد (Ashkan, 2006). در برخی از کشورها که رطوبت هوا در بهار و تابستان زیاد است، از زمان شکفتن جوانه تا ریزش کامل گلبرگ‌ها هر ۵ تا ۷ روز یک بار درختان سم‌پاشی می‌شوند و بعد از این مرحله نیز چند مرتبه هر ۱۰ تا ۱۴ روز سم‌پاشی تکرار می‌گردد (Anonymous, 2001). معمولاً در شرایط کشور ما ۳ تا ۴ بار سم‌پاشی (در زمان شکفتن جوانه‌ها و ۱۰ تا ۱۴ روز بعد از آن و در پایان دوره گل‌دهی و۱۴ روز بعد از آن) می‌تواند بیماری را کنترل کند (Ashkan, 2006) البته چنانچه در مواقع ذکر شده بارندگی کم باشد، دفعات سم‌پاشی نیز کاهش می‌یابد.

قارچ‌کش‌های متعددی در دنیا برای کنترل *V. inaequalis* معرفی شده و مورد استفاده هستند. مانکوزب، دودین، قارچ‌کش‌های مهار کننده دمتیلاسیون مثل فناریمول، دیفنکونازول، استروبیلورین‌ها، قارچ‌کش‌های پیریمتانیل (Köller *et al*., 1999) ترکیبات مسی و گوگردی (Bengtsson *et al*., 2006)، نمک‌های بیکربنات شامل سدیم، آمونیوم، پتاسیم و فسفات پتاسیم (Jamar *et al*., 2007). قارچ‌کش‌های دیتیانون و کاپتان (Holb, 2008)، پنکونازول (Percival & Haynes, 2009)، قارچ‌کش‌های‌تری فلوکسی استروبین و کرزوکسیم متیل (Wood *et*Jelica & Tatjana, 2003 ; *al*., 2008) از جمله قارچ‌کش‌هایی هستند که برای کنترل لکه سیاه در دنیا توصیه شده‌اند. سویه‌های مختلف .*Venturia* spp از جمله بیمارگرهای با ریسک بالای بروز مقاومت به انواع قارچ‌کش‌ها هستند و نسبت به بسیاری از بیمارگرهای دیگر سریع‌تر به قارچ‌کش‌ها مقاوم می‌شوند (Anonymous, 2009). بروز مقاومت در قارچ‌های بیمارگر به قارچ‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های مصرف قارچ‌کش‌ها می‌باشد، زیرا در این صورت علی‌رغم مصرف قارچ‌کش و متحمل شدن عوارض ناشی از آن و صرف هزینه، کنترل بیماری حاصل نمی شود. مقاومت *V. inaequalis* به قارچ‌کش‌های مختلف تقریباً از تمام دنیا گزارش شده است. از جمله به مقاومت به دودین (Köller *et al*., ; Broniarek-Niemiec & Bielenin, 2008; McHardy, 1999 1996; Szkolnik & Gilpatrick, 1969)، بنزیمیدازول (Koenraadt *et al*.,1992)، مهارکننده‌های دمتیلاسیون (Sholberg Köller *et al*.,1997;& Haag, 1993) و قارچ‌کش‌های جدیدتر مثل استروبیلورین‌ها (Fontaine *et al*., Olaya & Koller, ;1999 2009; Sallato & Latorre, 2006) و آنیلینوپیریمیدین‌ها (Küng *et al*.,1999) و قارچ‌کش‌های QOI (Alaniz, 2014) در این گزارش‌ها اشاره شده است. قارچ‌کش‌های مهار کننده دمتیلاسیون (DMI) قارچ کش‌های محافظتی و درمان کننده با محل اثر اختصاصی هستند که علیه *V. inaequalis* از کارایی بالایی برخوردار می‌باشند. طی یک بررسی در سال ۲۰۱۵ در انگلیس، ۶۳ درصد از باغ‌های مورد مطالعه به مایکلوبوتانیل که یک قارچ‌کش متعلق به گروه DMI است مقاومت نسبی داشتند و حساسیت ۱۳ درصد از مناطق هم کاهش یافته بود. در مقابل تنها در یک باغ از ۳۷ باغ مورد بررسی حساسیت به دیفنوکنازول که یک قارچ‌کش جدید از همین گروه است کاهش داشت (Villani *et al*., 2015).

در ایران نیز کاپتان، بنومیل و دودین اولین قارچ‌کش‌هایی هستند که از دهه ۴۰ و۵۰ برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب در کشور به ثبت رسیده و مصرف می‌شوند (Ashkan & Assadi, 1980 ; Khabbaz & Azimi, 2011) در سال‌های بعد براساس نیاز، قارچ کش‌های بیترتانول، نواریمول، کرزوکسیم متیل، تری فلوکسی استروبین و تیرام برای کنترل این بیماری در کشور به ثبت رسیده‌اند (Khabbaz & Azimi, 2011). عظیمی و همکاران نیز در سال‌های

1- Fries

اخیر قارچ‌کش تری‌فلوکسی استروبین + تبوکونازول (ناتیوو® WG٪۷۵) از گروه شیمیایی Qoi را در کنترل لکه سیاه سیب مؤثر گزارش کرده‌اند (Azimi *et al.*, 2016). با توجه به اینکه قارچ کش‌ها از ابزارهای اصلی در مدیریت این بیماری هستند استفاده بهینه از آن‌ها در کاهش خسارت اقتصادی ضروری است. دسترسی به قارچ-کش‌های مؤثر از گروه‌های شیمیایی متنوع ضمن کمک به باغداران در اجتناب از خسارت اقتصادی، امکان مدیریت بیماری را بدون بروز جمعیت‌های مقاوم بیمارگر و نیز تولید محصولات سالم‌تر فراهم می-نماید. لوناسنیشن با ماده مؤثره تری فلوکسی استروبین و فلوپیرام، قارچ‌کش جدیدی است که در بررسی حاضر کارایی آن در کنترل لکه سیاه سیب مورد ارزیابی قرار گرفته است. فلوپیرام یک قارچ‌کش با طیف وسیع، محافظتی، سیستمیک و درمان کننده از خانواده succinate dehydrogenase inhibitor (SDHI) می‌باشد. این قارچ‌کش همانند تری فلوکسی استروبین روی زنجیره تنفسی اثر می‌گذارد ولی محل اثر آن‌ها در زنجیره تنفسی متفاوت است. ریسک مقاومت به این قارچ‌کش متوسط و معمولاً بعد از ۵ سال مصرف، مقاومت به آن بروز کرده است. این قارچ‌کش در سال ۲۰۱۲ در آژانس بین‌المللی حفاظت از محیط‌زیست [1] (EPA) ثبت شده است و تا سال ۲۰۱۵ تقریباً هیچ موردی از مقاومت به آن در دنیا گزارش نشده است (Anonymous, 2012). از آنجا که فلوپیرام با تری فلوکسی استروبین اثر سینرژیستی دارد، استفاده از ترکیب این دو قارچ‌کش می‌تواند کارایی بهتری در کنترل بیماری داشته باشد. از طرف دیگر ریسک بروز مقاومت نیز نسبت به مصرف انفرادی هر یک از آن‌ها کاهش می‌یابد. در بررسی حاضر کارایی قارچ‌کش جدید تری فلوکسی استروبین + فلوپیرام (لوناسنیشن® 500SC) محصول شرکت بایر پارسیان در مقایسه با قارچ‌کش‌های تری فلوکسی استروبین (فلینت® WG ٪۵۰)، بنومیل (بنلیت® WP ٪۵۰) و کاپتان (کاپتان® WP ٪۵۰) در کنترل بیماری لکه سیاه سیب مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در استان‌های البرز، خراسان شمالی و کهگیلویه و بویر احمد اجرا شد. در هر استان مذکور یک باغ سیب دارای سابقه بیماری لکه سیاه انتخاب گردید. ارقام سیب در استان البرز، رد دلیشز و در استان‌های خراسان شمالی و کهگیلویه و بویر احمد، گلدن دلیشز بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار (جدول ۱) و هر تیمار شامل ۴ تکرار انجام شد.

در این بررسی هر تکرار شامل ۲ درخت سیب ۵ ساله بود. بین درختان مورد آزمایش ۲ درخت بدون تیمار جهت اجتناب از تأثیر تیمارها روی هم در نظر گرفته شد. تیمارها در استان‌های خراسان شمالی و کهگیلویه و بویراحمد با سم‌پاش موتوری لانس دار و در استان البرز با سم‌پاش ۱۰۰ لیتری فرقونی در سه نوبت به شرح زیر اعمال شد. نوبت اول در مرحله تورم جوانه‌های برگی ، نوبت دوم در مرحله ریزش گلبرگ‌ها و نوبت سوم ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی دوم انجام شد. ۳۰ روز پس از مشاهده اولین علائم بیماری در تیمارهای شاهد، از برگ‌ها و میوه‌ها برای ارزیابی درصد وقوع بیماری و شدت بیماری نمونه‌برداری شد.

تعیین درصد وقوع بیماری

برای این منظور از درخت‌های هر کرت به‌طور تصادفی ۱۰۰ برگ و ۳۰ میوه چیده و در کیسه‌های فریزر مجزا به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها براساس تعداد برگ‌ها و میوه‌های دارای علائم و فاقد علائم بیماری لکه سیاه مشخص و طبق فرمول زیر درصد وقوع بیماری در آن‌ها محاسبه شد:

$$PDI = (n_d/N) \times 100$$

PDI[2]: درصد وقوع بیماری در برگ‌ها، n_d: تعداد برگ‌های دارای علائم بیماری، N: تعداد کل برگ‌های شمارش شده

تعیین درصد شدت بیماری

برای تعیین درصد شدت بیماری روی برگ‌ها، ۱۰۰ برگ و ۳۰ میوه از درخت‌های هر کرت جدا و به آزمایشگاه منتقل شد. علائم روی هر برگ یا میوه، براساس درصد تخمینی پوشش لکه روی سطح برگ از صفر تا ۷ براساس درجه‌بندی کروگسال و همکاران (Croxall *et al.*, 1952a) به شرح زیر درجه‌بندی شد.

درجه ۰: بدون علامت، درجه یک: صفر تا ۱ درصد، درجه ۲: ۱ تا ۵ درصد، درجه ۳: ۵ تا ۱۰ درصد، درجه ۴: ۱۰ تا ۲۵ درصد، درجه ۵: ۲۵ تا ۵۰ درصد، درجه ۶: ۵۰ تا ۷۵ درصد، درجه ۷: ۷۵ تا ۱۰۰ درصد.

برای تعیین درصد شدت بیماری روی میوه‌ها،۳۰ عدد میوه از چهار جهت اصلی هر درخت به‌تصادف چیده و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس با بررسی مساحت پیرامونی هر میوه و براساس نسبت سطح واجد علائم بیماری به کل سطح میوه و با استفاده از الگوی مارش[3] به هر کدام از میوه‌ها یکی از نمره‌های صفر (عدم مشاهده آلودگی) و یا ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ و ۵ داده شد (Croxall *et al.*, 1952b) (شکل ۱).

1- Environmental Protection Agency (EPA)

2- Percent Disease Incidenc

3- Marsh

جدول ۱- تیمارهای آزمایش در بررسی کارایی قارچ‌کش‌های مورد مطالعه برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب

Table 1- Experimental treatments in evaluating the effectiveness of studied fungicides for the control of apple scab

کد تیمار Treatment code	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	نام عمومی قارچ‌کش Common name of fungicide	میزان مصرف Consumption rate
T1	فلینت® WG50% Flint WG50%	تریفلوکسیستروبین Trifloxystrobin	۰/۲ درهزار 0.2 ml L-1
T2	بنلات® WP 50 % Benlate® WP 50%)	بنومیل Benomyl	۰/۵ در هزار 0.5 ml L-1
T3	لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	تریفلوکسیستروبین + فلوپیرام Trifloxystrobin + fluopyram	۰/۲ درهزار 0.2 ml L-1
T4	لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	تریفلوکسیستروبین Trifloxystrobin + fluopyram	۰/۴ در هزار 0.4 ml L-1
T5	لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	تریفلوکسیستروبین Trifloxystrobin + fluopyram	۰/۶ در هزار 0.6 ml L-1
T6	کاپتان ® WP50% Captan®WP50%	کاپتان Captan	۳ در هزار 3ml L-1
T7	شاهد۱ با آب‌پاشی Control 1: with spraying	–	–
T8	شاهد۲ بدون آب‌پاشی Control 2: without spraying	–	–

سپس با استفاده از فرمول زیر درصد شدت بیماری تعیین شد.

$$PDS = \Sigma (n_i \times v_i) / V \times N \times 100$$

در این فرمول PDS[1] : درصد شدت بیماری، n_i : تعداد نمونه‌های با درجه آلودگی مشابه، v_i: درجه بیماری مربوط به هر نمونه، N: تعداد کل نمونه مربوط به هر تکرار، V: حداکثر درجه آلودگی

ارزیابی کارایی قارچکش ها:

میزان کارایی با فرمول $E^{2}=100-((Tm\times100)/Cm)$ محاسبه شد. در این فرمول E: میزان اثربخشی، Tm: میانگین شدت بیماری در تیمار و Cm: میانگین شدت بیماری در تیمار بدون آب‌پاشی است.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

پس از محاسبه میزان درصد وقوع بیماری و نیز درصد شدت بیماری لکه سیاه برای هر کرت مقادیر مربوطه در برنامه آماری SAS تجزیه واریانس شدند و با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف تیمارها، میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

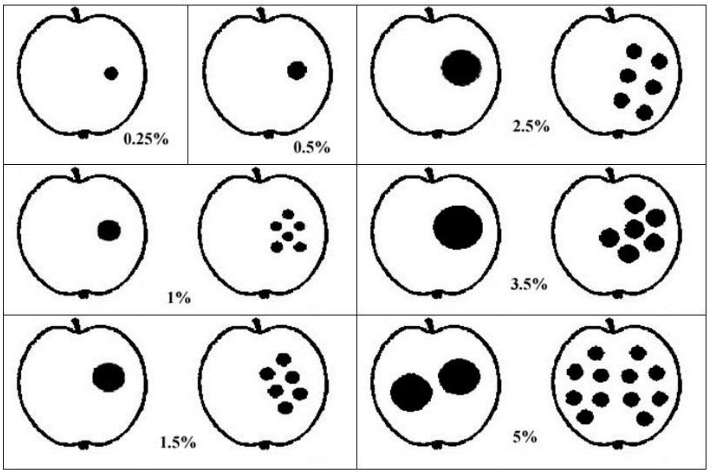
نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی برگ‌های درختان تیمار شده در هر سه استان کهگیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی و البرز نشان می‌دهد که اثر تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و وقوع بیماری در مقایسه با تیمارهای شاهد معنی‌دار است (جداول ۲ و ۳). تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی میوه‌های درختان تیمار شده در کهگیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی نشان داد که تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و وقوع بیماری در مقایسه با تیمارهای شاهد اثرمعنی‌دار داشتند (جداول ۲ و ۳). نتایج تجزیه واریانس داده های حاصل از ارزیابی درختان تیمار شده در استان البرز نشان داد که اثر تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و وقوع بیماری روی برگ‌ها در مقایسه با تیمارهای شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۲). در این منطقه به دلیل ریزش اکثر گل‌های تشکیل شده در اثر سرمای دیررس بهاره در منطقه و تشکیل میوه به تعداد بسیار کم، امکان ارزیابی بیماری روی میوه میسر نشد.

در کهگیلویه و بویر احمد مقایسه میانگین درصد شدت و وقوع بیماری در تیمارها نشان داد که کمترین میزان شدت بیماری بدون اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر در برگ درختان تیمار شده با قارچ‌کش لوناسنسیشن در هر سه مقدار ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ رخ داد. تیمارهای کاپتان ۳ در هزار و بنومیل ۰/۵ در هزار از نظر کاهش میزان شدت بیماری در گروه پایین قرار گرفتند. با این وجود بیش از ۷۵ درصد شدت بیماری در برگ درختان مربوط به این تیمارها کمتر از تیمارهای شاهد بود (جدول ۴). از لحاظ وقوع بیماری در برگ‌ها نیز درختان تیمار شده با لوناسنسیشن ۰/۴ و ۰/۶ در هزار دارای کمترین و درختان تیمار شده با کاپتان دارای بیشترین میزان وقوع بیماری در بین کلیه قارچ‌کش‌ها بودند (جدول ۴). همچنین نتایج این تحقیق

1- Percent Disease Severity
2- Efficacy

نشان داد که قارچ کش لوناسنسیشن در کنترل بیماری لکه سیاه سیب روی ارقام گلدن دلیشز و رد دلیشز اثرگذار بوده و نوع رقم تأثیری در کارایی قارچ‌کش نداشته است (جدول ۲ و ۳).

در استان خراسان شمالی مقایسه میانگین درصد شدت و وقوع بیماری در تیمارها نشان داد که شدت بیماری روی برگ‌ها در تیمارهای لوناسنسیشن ۰/۴و ۰/۶ در هزار، فلینت ۰/۲ در هزار، بنومیل ۰/۵ در هزار و لوناسنسیشن ۰/۲ در هزار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. اگرچه از لحاظ مقدار عددی درختان تیمار شده با لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار دارای کمترین میزان شدت بیماری بود. میزان شدت بیماری در برگ درختان تیمار شده با قارچ‌کش کاپتان نیز با شاهد آب‌پاشی شده از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان شدت بیماری نیز در برگ درختان مربوط به تیمار بدون آب‌پاشی رخ داد (جدول ۴).



شکل ۱- الگوی مارش برای ارزیابی شدت بیماری لکه سیاه سیب روی میوه (Croxall *et al.*, 1952b)

Figure 1- Marsh pattern to evaluate the severity of apple scab disease on fruit (Croxall *et al.*, 1952b)

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری روی برگ‌ها درکهکیلویه و بویراحمد خراسان شمالی و البرز

Table 2- Variance analysis of disease severity percent and disease incidence percent on leaves in Kohghiloyeh and Boyerahmad, North Khorasan and Alborz

		Kohghiloyeh and Boyerahmad کهکیلویه و بویر احمد		North Khorasan خراسان شمالی		Alborz البرز	
S.O.V منابع تغییرات	D.F درجه آزادی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری
بلوک Blok	3	1.15	21.25	21.58	57.37	2.17	10.08
تیمار Treatment	7	3753.04*	4899.07*	438.42*	1171.91*	107.61*	655.36*
خطا Error	21	8.04	21.65	35.34	195.06	2.01	10.96
کل Total	31						
ضریب تغییرات C.V (%)		11.22	10.17	35.63	28.46	34.61	29.43

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

**Significant at 5% level

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس درصد شدت بیماری و وقوع بیماری روی میوه‌ها درکهکیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی و البرز

Table 3- Variance analysis of disease severity and disease incidence percent on fruits in Kohghiloyeh and Boyerahmad, North Khorasan and Alborz

		Kohghiloyeh and Boyerahmad کهکیلویه و بویر احمد		North Khorasan خراسان شمالی		Alborz البرز	
S.O.V منابع تغییرات	D.F درجه آزادی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری
بلوک Blok	3	16.83	21.25	24.44	974.33	-	-
تیمار Treatment	7	5844.71*	4899.07*	47.79*	1053.64*	-	-
خطا Error	21	22.00	21.65	6.14	94.71	-	-
کل Total	31					-	-
ضریب تغییرات C.V (%)		11.22	10.17	35.63	28.46	34.61	29.43

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

**Significant at 5% level

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری روی برگ‌ها و درصد اثربخشی تیمارها در کهکیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی و البرز

Table 4- Mean comparison of disease severity percent and disease incidence percent on leaves and Treatments efficacy in Kohghiloyeh and Boyerahmad, North Khorasan and Alborz

	میانگین مربعات Mean squares (%)								
	Kohghiloyeh and Boyerahmad کهکیلویه و بویر احمد			North Khorasan خراسان شمالی			Alborz البرز		
Treatment تیمار	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد کارایی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد کارایی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد کارایی
فلینت® WG50% Flint WG50%	9.92c	35.50c	64	9.50d	36.00cd	63	0.00d	0.00c	100
بنلات% WP 50 ® Benlate® WP 50%)	16.90b	36.50c	63	11.67cd	48.25bc	55	2.96bc	10.50d	75
لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	4.92d	20.00d	80	13.25cd	45.50bcd	49	1.43cd	4.00c	88
لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	2.92d	12.75e	87	6.53d	25.50d	75	0.00d	0.00c	100
لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	3.15d	13.50de	86	9.25d	36.00cd	64	0.07d	0.25c	99
کاپتان ® WP50% Captan®WP50%	16.17b	50.75b	48	19.82bc	57.75abc	24	4.00b	15.25b	66
شاهد۱ با آب‌پاشی Control 1: with spraying	74.85a	99.00a	0	26.28b	67.50ab	0	11.96a	30.50a	0
شاهد۲ بدون آب‌پاشی Control 2: without spraying	73.42a	98.00a	0	37.14a	76.00a	0	12.36a	29.50a	0

* میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد).

* The means of each column followed by common letters are not significantly different (Duncan’s multiple range test = 5%)

کمترین میزان وقوع بیماری نیز در برگ درختان تیمار شده با لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار و ۰/۶ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار، بدون اختلاف معنی‌دار آماری از یکدیگر رخ داد. درختان مربوط به تیمارهای کاپتان ۳ در هزار، شاهد با آب‌پاشی و شاهد بدون آب‌پاشی نیز بدون اختلاف معنی‌دار آماری از یکدیگر دارای بیشترین میزان وقوع بیماری بودند (جدول ۴). گرچه در درختان مورد بررسی در استان البرز بیماری کم بود با این وجود مقایسه میانگین درصد شدت و وقوع بیماری در تیمارها نشان داد که قارچ‌کش لوناسنسیشن در هر سه مقدار۰/۶، ۰/۴

و ۰/۲ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار بدون اختلاف معنی‌دار آماری از یکدیگر دارای بهترین کارایی در کنترل شدت و وقوع بیماری لکه سیاه سیب بودند. بنومیل ۰/۵ در هزار و کاپتان ۳ در هزار نیز بدون اختلاف معنی‌دار، از کارایی پایین‌تری در کنترل بیماری برخوردار بودند. با این وجود، بنومیل حدود ۷۵ درصد، شدت بیماری و حدود ۶۵ درصد وقوع بیماری را نسبت به تیمارهای شاهد کنترل کرده است. کاپتان نیز حدود ۶۵ درصد شدت بیماری و حدود ۵۰ درصد وقوع بیماری را نسبت به تیمارهای شاهد کاهش داده است. هر دو شاهد آزمایش نیز از لحاظ میزان شدت بیماری و وقوع بیماری در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). مقایسه میانگین درصد شدت بیماری در میوه درختان مورد بررسی در استان کهکیلویه و بویراحمد نشان داد که میوه درختان تیمار شده با قارچ‌کش‌های لوناسنسیشن ۰/۶ در هزار و ۰/۴ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار بدون اختلاف معنی‌دار آماری، دارای کمترین میزان شدت بیماری و بنومیل دارای بیشترین میزان شدت بیماری در بین سایر قارچ‌کش‌های مورد بررسی در این تحقیق بودند (جدول ۵). همچنین درختان سم‌پاشی شده با قارچ‌کش لوناسنسیشن در مقادیر ۰/۴ و ۰/۶ در هزار دارای کمترین میزان وقوع بیماری روی میوه بودند (جدول ۵). در استان خراسان شمالی مقایسه میانگین درصد شدت و وقوع بیماری روی میوه در تیمارها نشان داد کمترین میزان شدت بیماری بدون اختلاف معنی‌دار آماری از یکدیگر در میوه درختان تیمار شده با فلینت ۰/۲ در هزار و لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار دیده شد. در حالی‌که کلیه تیمارهای مربوط به سایر قارچ‌کش‌ها و هر دو شاهد آزمایش، از لحاظ میزان شدت بیماری روی میوه، در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). از لحاظ میزان وقوع بیماری نیز کلیه تیمارهای مربوط به قارچ‌کش‌ها (به جز بنومیل) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ولی نسبت به تیمارهای شاهد از اختلاف چشمگیری برخوردار بودند. هر دو شاهد نیز در یک گروه و متفاوت از تیمارها واقع شدند. با این وجود از لحاظ مقدار عددی میوه درختان تیمار شده با لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار دارای کمترین میزان وقوع بیماری بود (جدول ۵). دراستان البرز به دلیل ریزش اکثر گل های تشکیل شده در اثر سرمای دیررس بهاره در منطقه و تشکیل میوه به تعداد بسیار کم، امکان ارزیابی بیماری روی میوه میسر نشد.

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری روی میوه‌ها و درصد اثربخشی تیمارها در کهکیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی و البرز

Table 5- Mean comparison of disease severity percent and disease incidence percent on fruits and treatments efficacy in Kohghiloyeh and Boyerahmad, North Khorasan and Alborz

تیمار Treatment	میانگین مربعات Mean squares (%) Kohghiloyeh and Boyerahmad کهکیلویه و بویر احمد			North Khorasan خراسان شمالی			Alborz البرز		
	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد کارایی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد کارایی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد کارایی
فلینت® WG50% Flint WG50%	3.78ef	15.00d	95	2.50b	35.75bc	77	-	–	
بنلات® WP 50 % Benlate® WP 50%)	14.22c	38.75b	80	4.33a	45.00b	61	–	–	
لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	6.45de	29.00c	91	4.75a	40.50bc	57	–	–	
لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	0.92f	6.75e	99	2.62b	25.75c	76	–	–	
لونا سنسیشن® SC 500 ® Luna Sensation® SC 500	0.72f	5.00e	99	3.50a	39.25bc	68	–	–	
کاپتان ® WP50% Captan®WP50%	9.50d	31.50c	87	4.37a	38.00bc	60	–	–	
شاهد۱ با آب‌پاشی Control 1: with spraying	71.55a	100.0a	0	10.75a	69.75a	0	-	–	
شاهد۲ بدون آب‌پاشی Control 2: without spraying	65.40a	99.00a	8	11.16a	71.00a	0	–	–	

* میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد).

* The means of each column followed by common letters are not significantly different (Duncan's multiple range test = 5%)

بحث

مدیریت بیماری لکه سیاه سیب در دنیا معمولاً نیازمند سم پاشی‌های متعدد، از مرحله سبز شدن سرشاخه‌ها تا برداشت محصول است (Carisse & Jobin, 2012Gadoury *et al.*, 1989;). از آنجاکه *V. inaequalis* احتمال خطر (ریسک) بالایی از توسعهٔ مقاومت به قارچ‌کش‌ها را دارد، استفاده متناوب از قارچ‌کش‌های مؤثر از گروه‌های مختلف و با مکانیسم تأثیر متفاوت و یا استفاده از قارچ

کش‌هایی با مکانیسم‌های اثر چندگانه در برنامه‌های مدیریت بیماری جهت جلوگیری از بروز مقاومت، ضروری است (Anonymous, 2022). قارچ‌کش جدید لوناسنسیش® SC 500 که از ۲۱/۴ درصد تری‌فلوکسی‌استروبین، ۲۱/۴ درصد فلوپیرام و ۵۷/۲ درصد مواد همراه تشکیل شده است یک قارچ‌کش سیستمیک با دامنه اثر وسیع می‌باشد (Anonymous, 2015a). تری‌فلوکسی‌استروبین، قارچ‌کشی محافظتی و درمانی و متعلق به گروه QoI (بازدارنده‌های خارجی کوئینون‌ها)، زیر گروه اکسی امینواستات‌ها است که ریسک بروز مقاومت به آنها بالا است (Fernández *et al*., 2010). این قارچ‌کش با تأثیر روی زنجیره تنفس میتوکندریایی، جوانه‌زنی اسپور و رشد میسلیوم را متوقف می‌کند بنابراین یک قارچ‌کش محافظتی می‌باشد. فلوپیرام متعلق به گروه جدید شیمیایی به‌نام پیریدنیل اتیل‌بنزآمیدها است که با تأثیر در تنفس قارچ بیمارگر از طریق بازدارندگی اسید سوکسینیک در آنزیم دهیدروژناز (SDHI) از انتقال یون‌های منفی هیدروژن به گیرنده‌های الکترون جلوگیری می‌کند و عمدتاً نقش درمانی دارد. لوناسنسیش با داشتن این دو ماده، هر دو خصوصیت پیش‌گیری‌کنندگی و معالجه‌ای را دارد (Anonymous, 2022). در یک تحقیق در خصوص کارآیی قارچ‌کش لوناسنسیش روی عامل بیماری کپک خاکستری خیار، *Botrytis cinerea*، در شرایط گلخانه نشان داد که این قارچ‌کش در دوزهای ۰/۵ و ۰/۴، به‌ترتیب ۹۵ و ۸۹/۸ درصد موجب کاهش در تعداد گل‌های آلوده و ۹۵/۵، ۹۰/۴ درصد باعث کاهش در تعداد میوه‌های آلوده نسبت به شاهد را باعث شده‌اند (Ghayeb *et al*., 2020). در بررسی حاضر نیز لوناسنسیش از کارایی بسیار خوبی در کنترل بیماری لکه سیاه سیب برخوردار بود. به‌طوری‌که در استان کهگیلویه و بویراحمد، لوناسنسیش ۰/۴ و ۰/۶ در هزار بهترین کارایی را نسبت به سایر تیمارها داشته و شدت بیماری در درختان مربوطه، حدود ۹۶ درصد در برگ‌ها و حدود ۹۸ درصد در میوه‌ها کمتر از تیمارهای شاهد بود. در استان البرز گرچه بیماری در زمان آزمایش کم بود با این وجود لوناسنسیش ۰/۴ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار بهترین کارایی را داشته و حدود ۱۰۰ درصد شدت بیماری را نسبت به تیمارهای شاهدکاهش دادند. در استان خراسان شمالی نیز فلینت ۰/۲ در هزار و لوناسنسیش ۰/۴ در هزار، بهتر از سایر تیمارها در کنترل بیماری مؤثر بوده و حدود ۷۵ درصد نسبت به شاهدها شدت بیماری را روی میوه کاهش دادند. روی برگ‌ها نیز لوناسنسیش ۰/۴ در هزار حدود ۸۰ درصد کارایی داشت. این نتایج با یافته های بابا دوست در آمریکا مطابقت دارد (Babadoost, 2013). او طی بررسی کارایی چند قارچ‌کش مختلف از جمله لوناسنسیش و فلینت در کنترل لکه سیاه سیب، کارایی لوناسنسیش و فلینت را عالی توصیف کرد. همچنین فلینت نیز در بسیاری از مطالعات انجام شده در نقاط مختلف جهان، یک قارچ‌کش مؤثر در کنترل لکه سیاه سیب معرفی شده است (Jelica and Tatjana 2003; Wood *et al*., 2008). نتایج نشان داد لونا سنسیش در دوز ۰/۴ درهزار کارایی بهتری در شرایط مختلف داشته است. هر چند اثربخشی آن در استان البرز ۲۵ درصد بیشتر از استان خراسان شمالی ارزیابی شد. این قارچ‌کش با دوز ۰/۴ در هزار ، ۹۰ در یاسوج درصد و در اردبیل ۶۴ درصد در کنترل بیماری لکه سیاه سیب کارایی داشته است (Khabbaz jolfaee *et al*. 2019). از آنجاکه بیش از ده سال از ثبت و مصرف این قارچ‌کش در ایران می‌گذرد، با توجه به ریسک بالای بروز مقاومت به این قارچ‌کش، بهتر است مصرف آن محدود به موارد لزوم و در تناوب با قارچ‌کش‌های دیگر صورت گیرد. لوناسنسیش نیز در لیست کمیته گروهبندی واکنش به مقاومت (FRAC[1])، دارای ریسک بالا به بروز مقاومت (FRAC,11) معرفی شده است (Fishel and Dewdney, 2012). ازآنجا که این قارچ‌کش اخیراً در ایران معرفی شده است و کارایی خوبی در کنترل بیماری لکه سیاه سیب دارد، چنانچه در مصرف آن دستورالعمل مدیریت مقاومت رعایت شود، می‌توان برای مدت طولانی از آن در کنترل بیماری مذکور بهره برد (Azimi *et al*., 2016).

بنومیل یک قارچ‌کش سیستمیک متعلق به گروه بنزیمیدازول‌ها با اثر محافظتی و درمانی می‌باشد که از تقسیم میتوز جلوگیری می‌کند (Anonymous, 2022). از آنجاکه این قارچ‌کش دارای محل اثر اختصاصی است، احتمال بروز مقاومت به آن بالا می‌باشد و در بسیاری از گونه‌های قارچی مقاومت به این قارچ‌کش گزارش شده است (Fishel & Dewdney, 2012). در بررسی حاضر در استان‌های البرز و کهگیلویه و بویراحمد، شدت بیماری در برگ درختان تیمار شده با بنومیل نسبت به تیمارهای شاهد حدود ۷۵ درصد کمتر بود. در سایر موارد بررسی نیز کارایی بنومیل در کنترل شدت بیماری نسبت به تیمارهای شاهد کمی بیش از ۶۰ درصد بود. در استان خراسان شمالی در برگ‌های مورد ارزیابی کارایی بنومیل در کنترل شدت بیماری از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با لوناسنسیش ۰/۴ و ۰/۶ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار نداشت در میوه‌های بررسی شده نیز با لوناسنسیش ۰/۶ و ۰/۲ در هزار هم گروه بود. ولی در سایر موارد بررسی کارایی بنومیل از لحاظ آماری با اختلاف معنی‌داری کمتر از لوناسنسیش ۰/۴ و ۰/۶ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار قرار گرفته است. قارچ‌کش کاپتان نیز در بررسی حاضر در استان کهگیلویه و بویراحمد حدود ۸۰ درصد، در استان البرز ۶۵ درصد و در خراسان شمالی در برگ درختان تیمار شده ۳۵ درصد و در میوه‌ها کمتر از ۶۰ درصد کارایی داشت. ولی در تمام مناطق مورد بررسی کارآیی آن در کنترل شدت بیماری کمتر از لوناسنسیش ۰/۴ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار بود. بنابراین به‌خصوص در مواردی که شدت بیماری زیاد باشد، استفاده از قارچ‌کش‌های فلینت و لوناسنسیش به بنومیل و

1- Fungicide Resistance Action Committee

کاپتـان ارجحیـت دارد. در ضـمن بایـد در نظـر داشـت کـه طبـق دستورالعمل مدیریت مقاومت استفاده از قارچ‌کش‌های مؤثر و مطمـئن به‌صورت تناوبی در نوبت‌های مختلف سم‌پاشی برای کنتـرل بیمـاری لکه سیاه سیب ضروری است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که لوناسنیشن یک قارچ‌کـش مـؤثر بـرای کنترل بیماری لکه‌سیاه سیب است و می‌تواند در بـاغ‌هـای سـیب بـه عنوان بخشی از برنامه مدیریت تلفیقی آفات اسـتفاده شـود. مـدیریت این بیماری در دنیا معمولاً مستلزم سم‌پاشی‌های متعدد از مرحله سـبز شدن شاخه‌ها تا برداشت است. از آنجایی کـه *V. inaequalis* دارای خطر بالایی برای ایجاد مقاومت در برابر قارچ‌کش‌هـا اسـت، اسـتفاده متناوب از قارچ‌کش‌های مؤثر از گروه‌های مختلف و با مکانیسم‌هـای اثر متفاوت یا استفاده از قارچ‌کش‌ها بـا مکانیسـم‌هـای متعـدد اثـر در برنامه‌های مدیریت بیماری برای جلوگیری از مقاومت ضروری اسـت. قـارچ‌کـش جدیـد لوناسنیشـن کـه از ۲۱/۴درصـد تـری فلوکسـی استروبین، ۲۱/۴ درصد فلوپیرام و ۵۷/۲ درصد مـواد مـرتبط تشـکیل شده است، یک قارچ‌کش سیستمیک با طیف وسیعی از اثرات است و روی بیماری‌های مختلف اثربخشی مناسبی داشته است. در سال‌هایی که شرایط اقلیمی برای گسترش بیماری مناسب است، جهـت گـرفتن نتیجه مطلوب حداقل انجام سه نوبت سم‌پاشی با قارچ‌کش‌های مـؤثر و مناسب توصیه می‌شود.

References

1. Alaniz, S., Leoni, C., Bentancur, O., & Mondino, P. (2014). Elimination of summer fungicide sprays for apple scab (*Venturia inaequalis*) management in Uruguay. *Scientia Horticulturae*, *165*, 331–335. https://doi.org/10.1016/j.jinf.2013.11.016
2. Anonymous, (2001). Apple scab. Pest Notes, University of California, *Agriculture and Natural Resources*, *Publication*, No. 7413.
3. Anonymous, (2012). Fluopyram. Minnesota Department of Agriculture. https://www.mda.state.mn.us/chemicals/pesticides/regs/~/media/Files/chemicals/reviews/nair-fluopyram.ashx
4. Anonymus, (2022). FRAC cod list: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC code numbering), Fungicides Resistance Action Committee, In: https://www.frac.info/
5. Anonymouse, (2015a), lunasensatio documents. https://www.bayercropscience.us/products/fungicides/luna/label-msds
6. Anonymus, (2022). Agricultural Statistics, Ministry of Jihad Agriculture. https://www.agri-jahad.ir.
7. Azimi, H., Jafary, H., & Karbalaei Khiavi, H. (2016). Effects of Trifloxystrobin + Tebuconazole (Nativo®) fungicide on the control of apple scab disease. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, *5*(1), 1-15. (In Persian)
8. Ashkan, M. (2006). *Important disease of fruit trees in Iran*. Second edition. Tehran. Abizh. 472 pp. (In Persian)
9. Ashkan, M., & Assadi, P. (1980). Biology and control of apple scab (*Venturia inaequalis*) in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, *16*(1/4). (In Persian)
10. Behdad, E. (1990). *Diseases of Fruit Trees in Iran*. Neshat Isfahan Publications. Pp. 293. (In Persian)
11. Bengtsson, M., Jørgensen, HJL., Pham, A., Wulff, E., & Hockenhull, J. (2006). Screening of organically based fungicides for apple scab (*Venturia inaequalis*) control and a histopathological study of the mode of action of a resistance inducer. *Pome Fruit Disease*, *29*, 123-127.
12. Biggs, A.R. (1990). Apple scab. pp. 6-9 in: Jones A.L., Aldwinckle H.S. (eds.) *Compendium of apple and pear diseases*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 100 pp.
13. Broniarek-Niemiec, A., & Bielenin, A. (2008). Resistance of *Venturia inaequalis* to strobilurin and dodine fungicides in Polish apple orchards. *Zemdirbyste Agriculture*, *95*, 366-372.
14. Carisse, O., & Jobin, T. (2012). Managing summer apple scab epidemics using leaf scab incidence threshold values for fungicide sprays. *Crop Protection*, *35*, 36–40. https://doi,org/10.1016/j.cropro.2011.12.014
15. Croxall, H.E., Gwynne, D.C., & Jenkins, J.E.E. (1952a). The rapid assessment of apple scab fungus on leaves. *Plant Pathology*, *1*, 39–41.
16. Croxall, H.E., Gwynne, D.C., & Jenkins, J.E.E. (1952b). The rapid assessment of apple scab on fruit. *Plant Pathology*, *1*, 89-92.
17. Fernández-Ortuño, D., Loza-Reyes, E., Atkins, S.L., & Fraaije, B.A. (2010). The CYP51C gene, a reliable marker to resolve interspecific phylogenetic relationships within the Fusarium species complex and a novel target for species-specific PCR. *International Journal of Food Microbiology*, *144*, 301-309. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.10.013
18. Fishel, F.M., & Dewdney, M.M. (2012). Fungicide Resistance Action Committee’s (FRAC) classification scheme of fungicides according to mode of action. Pesticide Information Office, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 7 pp. https://edis.ifas.ufl.edu.

(Accessed on 28-April-2016).

19. Fontaine, S., Remuson, F., Fraissinet,T.L., Micoud, A., Marmeisse, R., & Melayah, D. (2009). Monitoring of *Venturia inaequalis* harbouring the QoI resistance G143A mutation in French orchards as revealed by PCR assays. *Pest Management Science*, *65*, 74-81. https://doi.org/10.1002/ps.1649
20. Gadoury, D.M., MacHardy, W.E., & Rosenberger, D.A. (1989). Integration of pesticide application schedules for disease and insect control in apple orchards of the northeastern United States. *Plant Disease*, *73*, 98–105. https://doi.org/10.1094/PD-73-0098
21. Ghayeb Zamharir, M., Azimi, H., Moddares Najaf Abadi, S., & Abbasi, A. (2020). Evaluation of the efficacy of trifloxystrobin+fluopyram (SC, 50%) and pyraclostrobin+boscalid (WG, 34.4%) fungicides against *Botrytis cinerea*, causal agent of cucumber grey mold disease under greenhouse conditions. *Pesticides in Plant Protection Sciences*, *9*(1).
22. Holb, I.J. (2008). Timing of first and final sprays against apple scab combined with leaf removal and pruning in organic apple production. *Crop Protection*, *27*, 814–822. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.11.009
23. Jamar, L., Lefrancq, B., & Lateur, M. (2007). Control of apple scab (*Venturia inaequalis*) with bicarbonate salts under controlled environment. *Journal of Plant Diseases and Protection*, *114*, 221–227. https://doi.org/10.1007/BF03356221
24. Jelica, B., & Tatjana, K. (2003). Efficiency of more recent fungicides in control of apple scab and powdery mildew. *Pesticide*, *18*, 175-185. https://doi.org/10.2298/PIF0303175B
25. Khabbaz Jolfaei, H., & Azimi, Sh. (2011). Guidelines for the correct use of Iranian pathogens in the control of plant diseases (scientific and applied), Iranian Plant Protection Research Institute, PP. 311. (In Persian)
26. Khabbaz Jolfaee, H., Karbalaee Khiavi, H., Keshavarz, & Ravanloo, A.A. (2019). Investigation on the Efficacy of myclobutanil (Atis® WP 40%) against apple scab disease with the agent *Venturia inaequalis*. *Pesticides in Plant Protection Sciences*, *8*(1).
27. Köller, W., Wilcox, W.F., Barnard, J., & Jones, A.L. (1997). detection and quantification of resistance of *Venturia inaequalis* populations to sterol demethylation inhibitors. *Phytopathology*, *87*, 184-190. https://doi.org/10.1094/PHYTO.1997.87.2.184
28. Köller, W., Wilcox, W.F., & Jones, A.L. (1999). Quantification, persistence, and status of dodine resistance in New York and Michigan orchard populations of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease*, *83*, 66-70. https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.1.66
29. Küng, R., Chin, K.M., & Gisi, U. (1999). Sensitivity of *Venturia Inaequalis* to cyprodinil. p. 313-322. In Lyr, H., Russel, P.E., Dehne, H.W and Sisler H.D (eds.) *Modern fungicides and antifungal compounds* 2ed. Intercept, Andover, UK.
30. McHardy, W.E. (1996). *Apple scab: Biology, epidemiology and management*. 545 p. APS Press, The American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, USA.
31. Olaya, G., & Köller, W. (1999). Baseline sensitivities of *Venturia inaequalis* to the strobilurin kresoxym-methyl. *Plant Disease*, *83*, 274-278. https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.3.274
32. Percival, G.C., & Haynes, I. (2009). The influence of Calcium sprays to reduce fungicide inputs against apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint.). *Arboriculture & Urban forestry*, *35*, 263-270.
33. Sallato, B., & Latorre, B. (2006). First report of practical resistance to QoI fungicides in *Venturia inaequalis* (apple scab) in Chile. *Plant Disease*, *90*, 375. https://doi.org/10.1094/PD-90-0375A
34. Sholberg, P.L., & Haag, P.D. (1993). Sensitivity of *Venturia inaequalis* isolates from British Columbia to flusilazole and myclobutanil. *Canadian Journal of Plant Pathology*, *15*, 102-106. https://doi.org/10.1080/07060669309500834
35. Szkolnik, M., & Gilpatrick, J.D. (1969). Apparent resistance of *venturia inaequalis* to dodin in New York apple orchards. *Plant disease Report*, *53*, 861-864.
36. Villani, S.M., Biggs, A.R., Cooley, D.R., Raes, J.J., & Cox, K.D. (2015). Prevalence of myclobutanil resistance and difenoconazole insensitivity in populations of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease*, *99*, 1526-1536. https://doi.org/10.1094/PDIS-01-15-0002-RE
37. Wood, P.N., Beresford, R.M., & Taylor, T.J.(2008). Supression of *Venturia inaequalis* (apple scab) ascospore production using autumn- applied fungicides. *Horticultural Crops*, *61*, 54-58.